

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 57000757 A

(43) Date of publication of application: 05.01.1982

(51) Int. Cl. G06F 9/46  
G06F 15/16

(21) Application number: 55074258  
(22) Date of filing: 04.06.1980

(71) Applicant: HITACHI LTD  
(72) Inventor: YAMAJI HIDEKAZU  
ONO MIE

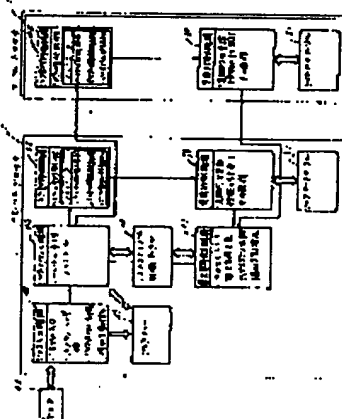
(54) JOB EXECUTION SCHEDULE SYSTEM

COPYRIGHT: (C)1982 JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To control dynamically the number of execution jobs so that the processing performance of each processor is maximized, by controlling a load on the processor by periodically grasping an actual load on the processor.

CONSTITUTION: Loads on processors 1 and 2 are measured periodically by a load measuring mechanism 50, and an adequate load deciding mechanism 49 provided to the global processor 1 decides on the proprieties of job execution of the processors 1 and 2 on the basis of sent load information. According to this proper multiplicity, fetching jobs enqueued to be executed is controlled to make the loads on the processors 1 and 2 proper.



⑨ 日本国特許庁 (JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭57-757

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup>  
G 06 F 9/46  
15/16

識別記号

庁内整理番号  
6745-5B  
7165-5B

⑬ 公開 昭和57年(1982)1月5日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 9 頁)

⑭ ジョブ実行スケジュール方式

① 特 願 昭55-74258

② 出 願 昭55(1980)6月4日

③ 発 明 者 山路英一

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内

④ 発 明 者 大野美恵

国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番  
地株式会社日立製作所中央研究  
所内

⑤ 出 願 人 株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内1丁目5  
番1号

⑥ 代 理 人 弁理士 薄田利幸

明 細 書

発明の名称 ジョブ実行スケジュール方式

特許請求の範囲

複数のジョブを処理するプロセッサを1台以上有する電子計算機システムにおいて、プロセッサにかかっている負荷を定期的に計測し、計測された負荷情報をもとにプロセッサのジョブ実行の適正多重度を決定し、決定された適正多重度に従うようにジョブの実行をスケジュールすることを特徴とするジョブ実行スケジュール方式。

発明の詳細な説明

本発明は、電子計算機システムのジョブの実行スケジュールの方式に関するものである。

1台のプロセッサ(中央処理装置)から構成されるシングル・プロセッサ・システムの処理能力面でのあいだを解消するため、または、信頼性向上を図るために、今後、複数のプロセッサを結合したマルチ・プロセッサ・システムが増えていくことが予想される。マルチ・プロセッサ・システムは、それを構成する各プロセッサの結合の仕方により、い

くつかの面類に分けられるが、その1つに、各プロセッサでDASD(Direct Access Storage Device: 直接アクセス記憶装置(ディスク装置等))を共有し、CTCA(Channel To Channel Adaptor: チャンネル間結合装置)を用いて、分散型に結合した複数システムがある。

これを、各プロセッサが主記憶装置を共有して1つのOS(オペレーティング・システム)の下で動くTCMP(Tightly Coupled Multi Processor: 密結合マルチ・プロセッサ)システムに対して、LCMP(Loosely Coupled Multi processor: 疎結合マルチ・プロセッサ)システムと呼ぶ。

第1図に3台のプロセッサからなるLCMPシステムの構成例を示す。この場合、1台のプロセッサ(グローバル・プロセッサと呼ぶ)1がカード・リーダー3等からのジョブの入力ならびにラインプリンタ4等へのジョブ実行結果の出力を行なうとともに、自プロセッサ1ならびに他プロセッサ(ローカル・プロセッサと呼び)2へのジョブの分配を行な

う。グローバル・プロセサ1と各ローカル・プロセサ2は、ジョブに関する各種のデータの受け渡しのため、チャンネル・スイッチ（図示せず）を介してDASD上のスプール・ボリューム5を共有する他に、ジョブの取り出し要求、ジョブ実行の終了通知等の制御情報の受け渡しのためにCTCA6を介して接続されている。ジョブの入出力はグローバル・プロセサ1で行なうが、TSS（Time Sharing System）端末7はローカル・プロセサ2にも接続可能であり、TSSジョブはTSS端末が接続されているプロセサで実行される。

第2図にLCMPシステムにおけるジョブ処理の一般的な構成を示す。ユーザは各自のジョブをグローバル・プロセサ1に接続されたカード・リーダー3等から入力リーダー24により読み込ませ入力する。入力されたジョブは実行待ちジョブ・キュー25を形成する。実行待ちの間、ジョブはスプール・ボリューム5（第1図）内に格納されている。ジョブ・スケジューラ26はジョブの実行をスケジュールするもので、各プロセサ（グロ

バル・プロセサ1およびローカル・プロセサ2）のジョブ実行を司るイニシエータ27からジョブの取り出し要求があると、実行待ちジョブ・キュー25の中から、通常は、先に入力された順にジョブを取り出し、イニシエータに渡す。イニシエータ27の制御によりジョブの実行が行なわれた後、ジョブ実行の終了通知がジョブ・スケジューラ26になされる。このとき、ジョブの実行結果はスプール・ボリューム5に格納されており、実行後のジョブは出力待ちジョブ・キュー28を形成する。そしてジョブの実行結果は出力ライタ29により逐一スプール・ボリューム5からラインプリンタ30等に出力される。

一般に、マルチ・プロセサシステムを構成し十分な性能を引き出すためには、システムにかかる負荷を各プロセサにバランスよく分配し、各々のプロセサにその能力を最大限に発揮させることが必要である。然るに、上記で述べたように従来のシステムにおいては、各プロセサのイニシエータ27からジョブの取り出し要求があると、当該

プロセサにおけるTSSジョブを含めた実負荷とは無関係に、予め指定されたイニシエータ27の数に応じてジョブがスケジュールされる。従って、各プロセサの負荷の変動（例えば、アクティブなTSS端末の増減）に対処するため、オペレータがその都度イニシエータの数を変更するなどしてプロセサにかかる負荷を適切化しなければならない。しかし、イニシエータ数が不適切であるとオペレータが知るのは、プロセサの処理能力が大巾に低下した時点になってからであり、時々刻々適切なイニシエータ数の制御ができない。このため、処理能力を最大になるように制御することが困難である。

本発明の目的は、プロセサの処理能力を最大限にするように、実行ジョブ数を動的に制御可能にすることにある。

本発明の等価とするところは、各プロセサにかかっている実負荷を定期的に把握して、プロセサにかかる負荷を動的に制御することにある。

以下、本発明を実施例によって詳細に説明する。

第3図はグローバル・プロセサ1とローカル・プロセサ2をジョブの実行スケジュールに関する処理部分のみを取り上げて表わしてある。この図で表示されている各機構は、本発明を実行するための制御プログラムを機能別に分けて表示したものである。

負荷計測機構50は各プロセサごとに設けられ、一定時間間隔（計測インターバル）ごとにプロセサの負荷を計測し、グローバル・プロセサ1の適正負荷決定機構49へ負荷情報として送信する。負荷情報としてジョブの平均処理速度係数ASRとスループット係数TRを計測する。あるインターバルにおけるジョブiの処理速度係数SR<sub>i</sub>ジョブi平均処理速度係数ASR、スループット係数TRは次の式で定義されるものである。

ジョブiの処理速度係数SR<sub>i</sub>

$$= \frac{CPU_i + IO_i}{ETIME_i} \quad \dots \dots (1)$$

ここに

$CPU_i$  : そのインターバルにおけるジョブ  $i$   
の CPU (中央処理装置) 処理時間

$IO_i$  : そのインターバルにおけるジョブ  $i$   
の入出力処理時間

$ETIME_i$  : そのインターバルにおけるジョブ  $i$   
の経過時間 (経過時間の始点、終点は、当該ジョブが当該インターバルの途中で開始/終了していない限りインターバルの始点、終点に等しく、経過時間はインターバルの長さ  
に等しい。当該ジョブが当該インターバルの途中で開始したときは、経過時間始点はこの開始時刻に等しく、当該ジョブが当該インターバルの途中で終了したときは、経過時間の終点は、この終了時刻に等しく選ばれる。但し、ジョブが端末からの入力待ち等のために“長時間待ち状態”になった場合は経過時間に入れない)

ジョブの平均処理速度係数  $ASR$

$$= \frac{\sum_{i=1}^N \frac{ETIME_i}{\sum_{i=1}^N ETIME_i} \times SR_i}{\dots \dots (2)}$$

ここに  $N$  : 当該インターバルにおける実行ジョブ数

スループット係数  $TR$

$$= \frac{\sum_{i=1}^N \frac{CPU_i + IO_i}{\text{インターバル長}}}{\dots \dots (3)}$$

上記の定義によれば、ジョブ  $i$  の処理速度係数  $SR_i$  は、ジョブが単独で実行されている (経過時間の間、CPU 処理か入出力処理のいずれかが行なわれている) 時のジョブの処理速度を 1 とした場合の処理速度の比率 (複数のジョブを同時に実行すると、ジョブ間の競合により CPU 処理待ち、入出力処理待ちが生じるので一般には 1 より小さくなる) を表わしていると考えられ、ジョブの平均処理速度係数  $ASR$  は各ジョブの処理速度係数  $SR_i$  の加重平均 (経過時間  $ETIME_i$  による) になっている (但し、同一ジョブ内の CPU 処理

と入出力処理のオーバーラップは無視できるものとしている)。一方、スループット係数  $TR$  は、ジョブが長時間待ち状態にならずに単独で実行されている (インターバルの間、CPU 処理か入出力処理のいずれかが行なわれている) 時のスループット (処理量) を 1 とした場合のスループットの比率 (複数のジョブを同時に実行すると、ジョブ間の CPU 処理、入出力処理のオーバーラップが生じるので、一般には 1 より大きくなる) を表わしていると考えられる。

負荷計測機構 50 はジョブの実行を制御するジョブ実行制御機構 46 から次の事象が発生した場合に連絡を受けて負荷情報を算出するのに必要なデータを収集する。(第 4 図および第 5 図～第 12 図参照)

- (1) ジョブ実行の開始/終了
  - (2) ジョブ実行の中断/再開
  - (3) 入出力処理の開始/終了
  - (4) 長時間待ち状態の発生/解除
- ジョブの実行が開始されると、負荷情報を算出

するのに必要なジョブごとの各種データを格納するジョブ・データ・テーブル 51 (第 16 図に詳細を示す) に当該ジョブ用のエントリを作成し、ジョブエントリ数をカウントアップ (+1) した後、CPU 時間計測中フラグ、経過時間計測中フラグをセットし、現在時刻を CPU 時間計測開始時刻エリア、経過時間計測開始時刻エリアに格納する。(第 5 図)

ジョブの実行が中断されると、ジョブ・データ・テーブル 51 をサーチし当該ジョブ用のエントリを見つけ、現在時刻と CPU 時間計測開始時刻の差を CPU 時間に加えた後、CPU 時間計測中フラグをリセットする。(第 6 図) ジョブの実行が再開されると、CPU 時間計測中フラグをセットし、現在時刻を CPU 時間計測開始時刻に格納する。(第 7 図)

入出力処理が開始されると、ジョブ・データ・テーブルをサーチし当該ジョブ用のエントリを見つけ、入出力実行中カウンタが 0 の場合は、現在時刻を入出力時間計測開始時刻に格納した後、入

出力実行中カウンタをカウントアップ(+1)する。既に入出力時間の計測が開始されている(入出力実行中カウンタが0でない)場合は入出力実行中カウンタのカウントアップ(+1)のみ行なう。(第8図)入出力処理が終了すると、入出力実行中カウンタのカウント・ダウン(-1)を行ない、その結果入出力実行中カウンタが0になった場合は、現在時刻と入出力時間計測開始時刻の差を入出力時間に加える。まだ実行中の入出力がある場合は入出力時間の更新は行なわない。(第9図)

長時間待ち状態が発生/解除した場合は、ジョブ実行の中断/再開と同様にして経過時間の計測を中断/再開する。(第10図、第11図)

ジョブの実行が終了すると、ジョブ・データ・テーブルをサーチし当該ジョブ用のエントリを見つけ、CPU時間、経過時間の更新を行なった後、ジョブ終了フラグをセットする。(第12図)

ジョブ実行制御機構46からの連絡を受けて収集されたこれらデータをもとに、負荷計測機構50は計測インデバブルごとに負荷情報を算出し、

る。ジョブ・データ・テーブルに登録されているジョブがなかった場合は、その旨適正負荷決定機構49へ伝える。(第13図)

適正負荷決定機構49はグローバル・プロセッサに設けられ、各プロセッサの負荷計測機構50から定期的に送られてくる負荷情報をもとに各プロセッサにかかる負荷の適否を判断し、適正負荷を決定する。負荷を適正化するための手段として、本実施例ではバッチ・ジョブの処理多重度(アクティブなイニシエータの数)を制御する(同様に、TSSジョブの処理多重度(アクティブなTSS端末の数)を制御することも可能である。(第14図参照)

適正負荷決定機構49は負荷情報を受け取ると、ジョブ・スケジュール制御テーブル48(プロセッサごとに、ジョブのスケジュールに関する情報を格納しているテーブルで、詳細を第17図に示す)をサーチし当該プロセッサ用のエントリを見つけ、送られてきたスループット係数ABRが予め定められた(ユーザが指定できる)スループット係数

グローバル・プロセッサの適正負荷決定機構49へ送信する。(第4図および第13図参照)

計測インデバブルが経過すると、まずジョブ・データ・テーブルに登録されている各ジョブのCPU処理時間、入出力処理時間、経過時間を求める。CPU処理時間は、CPU時間計測中フラグがセットされていない場合はCPU時間の値を使用する。CPU時間計測中フラグがセットされている場合はCPU時間の値に現在時刻とCPU時間計測開始時刻の差を加えてCPU処理時間を求めるとともに、現在時刻をCPU時間計測開始時刻に格納する。いずれの場合も、CPU時間を0にしておく。入出力時間、経過時間についても同様に求める。また、ジョブ終了フラグがセットされているジョブについては、当該エントリを削除し、ジョブ・エントリ数をカウント・ダウン(-1)しておく。各ジョブのCPU処理時間、入出力処理時間、経過時間が求まると、それらをもとにジョブの平均処理速度係数ABR、スループット係数TRを算出し、適正負荷決定機構49へ送信す

TRの許容値をこえている場合はスループットが十分に出ており、現在の多重度が適正であると判断して現在の多重度(アクティブ・イニシエータ数)を適正多重度とする。スループット係数TRが許容値に達していない場合は、ジョブの平均処理速度係数ABRを見て、平均処理速度係数ABRが予め定められた(ユーザ指定ができる)ジョブの平均処理速度係数ABRの許容範囲の下限値を下回っている場合は過剰に負荷がかかっていると思われ、現在の多重度から1を引いたものを適正多重度とする。平均処理速度係数ABRが許容範囲の上限値を上回っている場合は、現在の状態は負荷が不足していて、まだ負荷をかけてもよいと思われ、現在の多重度に1を加えたものを適正多重度とする。平均処理多重度係数が許容範囲に入っている場合は現在の多重度が適正であると判断して現在の多重度を適正多重度とする。(本実施例では多重度の増減値を1としているが、平均処理速度係数ABRの許容範囲からの外れ方に応じて増減値を変える方法も考えられる)。当該

計測インターバルにおいてジョブが1つも実行されなかった場合等で、ジョブの平均処理速度係数ASRが求まらなかった場合は、ジョブ・スケジュール制御テーブル48の総イニシエータ数の $\frac{1}{2}$ を適正多重度とする。なお、算定された適正多重度は、予め定められた(ユーザ指定ができる)ジョブ・スケジュール制御テーブル48の多重度変更の範囲に入るように調整されて最終的な適正多重度が決定される。また、前の計測インターバルに比べて適正多重度を増やした場合は、ジョブが取り出せる可能性があるのでジョブ・スケジュール機構45の作動を指示する。

ジョブ・スケジュール機構45はジョブの実行をスケジュールするものであり、適正負荷決定機構49で適正多重度に従って実行待ちジョブの取り出しを制御することによりプロセサにかかる負荷の適正化を図る。(第15図参照)ジョブ・スケジュール機構45は、ジョブ入力機構44、適正負荷決定機構49から作動が指示された時、および、ジョブ実行制御機構46からジョブの取り

出し要求、ジョブ実行の終了通知があった場合に作動する。ジョブ入力機構44はジョブの入力処理を行なうもので、カード・リーダー等からジョブ43を読込んでそれを後で実行可能なようにスプール・ボリューム5(第1図)へ格納し、ジョブ・キュー47へ登録した後、ジョブ・スケジュール機構45の作動を指示する。ジョブ・キュー47は入力された全ジョブについて、ジョブ名、ジョブ所有者名(ユーザ登録名)、ジョブ状態(ジョブが実行待ち状態にあるか、実行中か、出力待ち状態にあるか等)を示す情報等が格納されている。ジョブ名、ユーザ登録名はジョブ入力と同時にユーザによって入力される。

ジョブ・スケジュール機構45はジョブ入力機構、適正負荷決定機構49からの作動指示、ジョブ実行制御機構からのジョブの取り出し要求を受けると、ジョブ・スケジュール制御テーブルをサーチし、その時点でジョブの取り出し要求を出しているプロセサ用のエントリを見つけ、現在の多重度(アクティブイニシエータ数)が適正の多重

度に達しているかどうかチェックし、既に適正多重度に到達している場合はジョブの取り出しを一時的に抑止する。適正多重度に到達していない場合はジョブ・キューから実行待ちジョブを取り出し、ジョブ実行制御機構にジョブを渡す。その後、アクティブ・イニシエータ数をカウントアップ(+1)し、取り出されたジョブのジョブ状態を実行中にする。ジョブ実行制御機構46からジョブ実行の終了通知を受けた場合は、ジョブ・スケジュール制御テーブルをサーチし、当該プロセサ用のエントリを見つけ、アクティブ・イニシエータ数をカウント・ダウン(-1)し、実行が終了したジョブのジョブ状態を出力待ち状態にした後、上記のジョブ取り出し要求を受けた場合と同様の処理を行なう。

以上説明したごとく本発明によればLCMPシステムを構成する各プロセサにかかっている実負荷にもとづいてプロセサごとのジョブの適正多重度が決定され、それによってジョブの取り出しの制御がなされる。従って、オペレータの手を煩わ

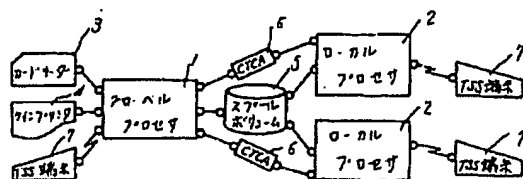
すことなく、システム開始時の各プロセサの負荷状況に応じた適正なジョブ実行の多重度の設定ができるとともに、システム開始後の負荷変動(例えば、アクティブなTSS端末の増減)に応じたジョブ実行の多重度の動的な制御を行なうことができる。

#### 図面の簡単な説明

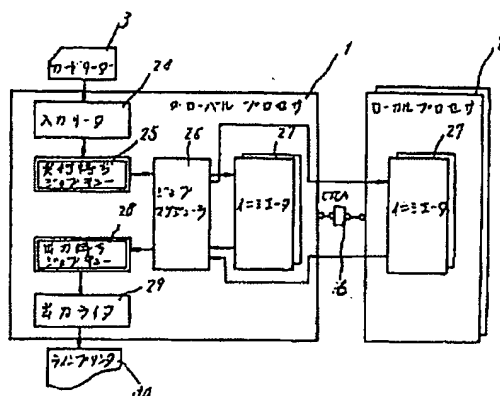
第1図はLCMPシステムの構成図を示す図、第2図は電子計算機システム(LCMP構成)を示す図、第3図は本発明の実施例を示す図、第4図～第14図は負荷計測処理のフロー・チャート、第15図はジョブ・スケジュール処理のフロー・チャート、第16図はジョブ・データ・テーブルの詳細を示す図、第17図はジョブ・スケジュール制御テーブルの詳細を示す図。

代理人 弁理士 薄 田 利 幸

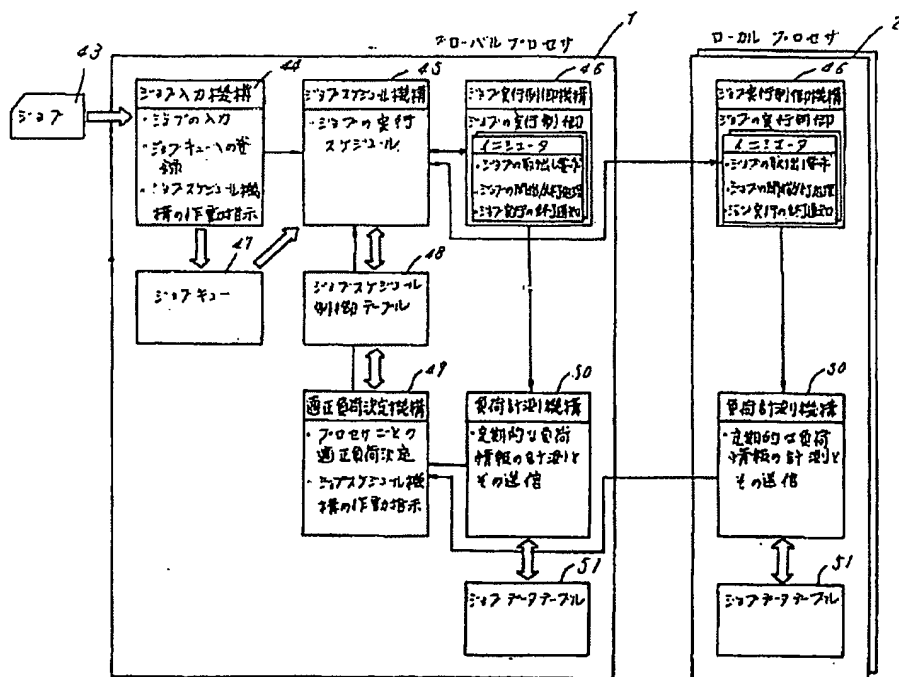
第 1 函



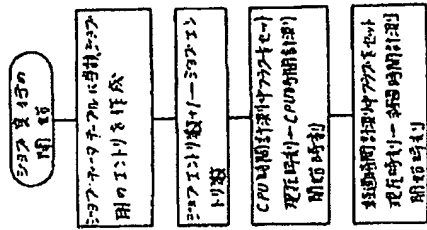
第 2 圖



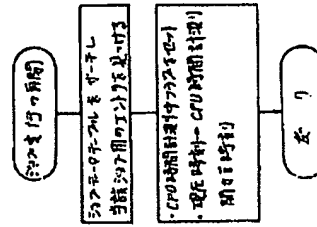
第 3 図



五 條



第 7 圖



第 4 区

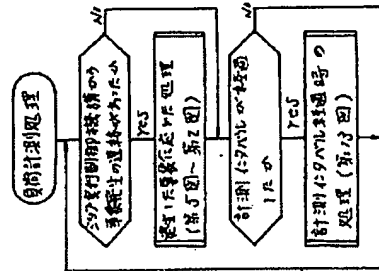
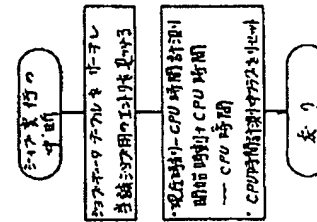
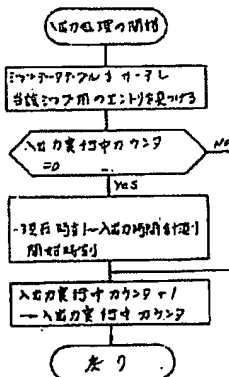


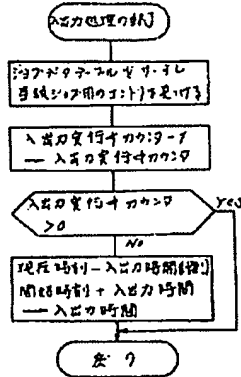
圖 6-1-1



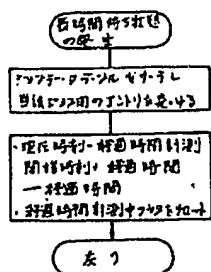
第 8 圖



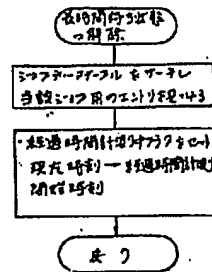
第 9 题



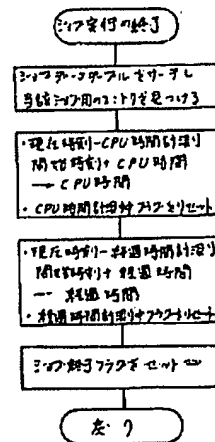
第 10 圖



Page 1 of 1

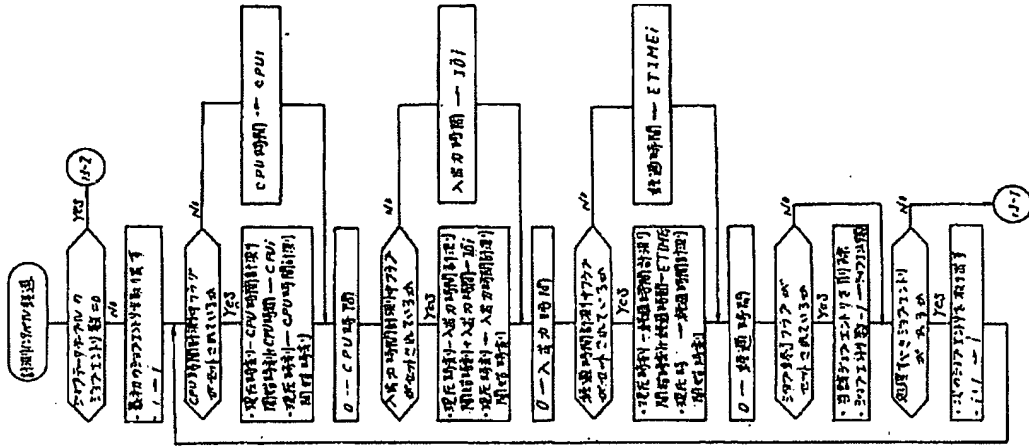


第 1 2 圖

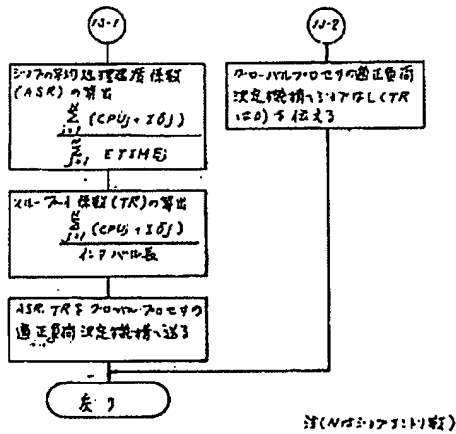




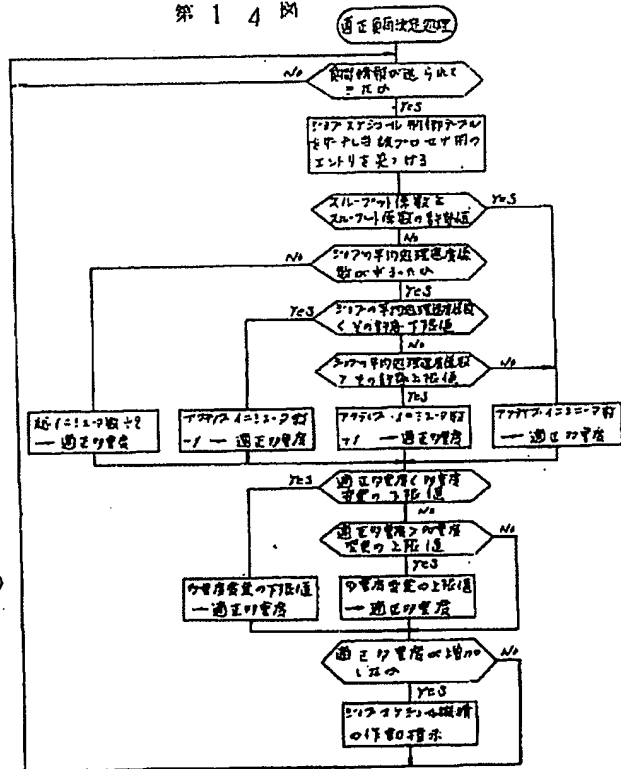
第 1 3 図  
(a)



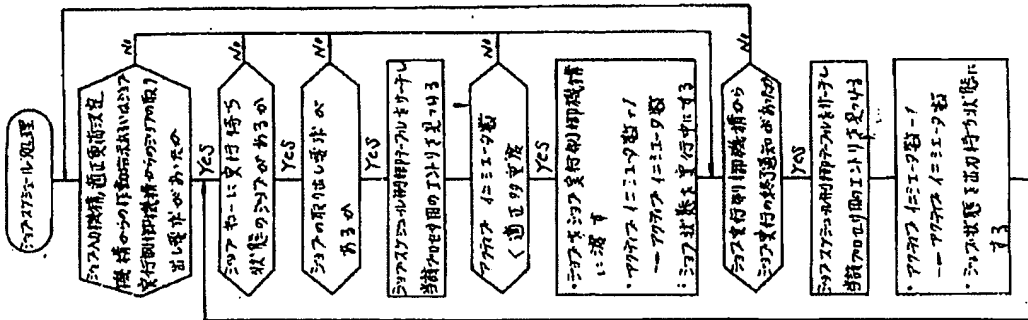
第 1 3 図  
(b)



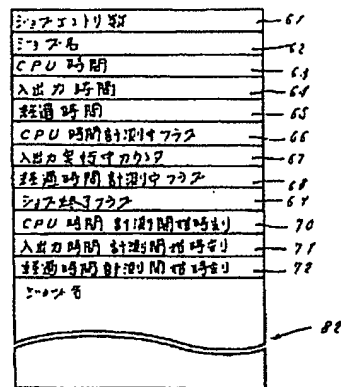
第 1 4 図



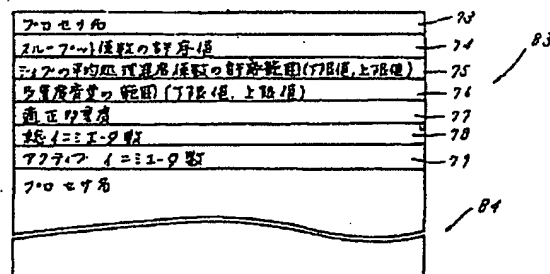
第 1 5 図



第 1 6 図



第 1 7 図



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**